



# VELOCIDADES

*Gaspar Gasparoni*





## 1. DEFINICIONES

### INTRODUCCIÓN

La velocidad aerodinámica es la velocidad de una aeronave con respecto al aire.

Las más comunes son:

- velocidad indicada = **IAS** (*indicated airspeed*)
- velocidad calibrada = **CAS** (*calibrated airspeed*)
- velocidad equivalente = **EAS** (*equivalent airspeed*)
- velocidad verdadera = **TAS** (*true airspeed*)
- velocidad con respecto al suelo = **GS** (*ground speed*)

### INDICADA - IAS

Es la velocidad de una aeronave que indica el velocímetro, asociado al sistema Pitot-estática, calibrado para reflejar el flujo compresible adiabáticamente de la atmósfera estándar a nivel del mar, no corregido por errores del sistema.

### CALIBRADA - CAS

Es la velocidad indicada de una aeronave, corregida por posición y error de instrumento. La velocidad calibrada es igual a la velocidad verdadera en la atmósfera estándar a nivel del mar.

Generalmente, la velocidad indicada será algunos nudos más baja. Esto se debe a que no están ingresando tantas moléculas de aire al tubo pitot como debería, por el ángulo de ataque. La velocidad real no cambia, pero el velocímetro puede que sí.

### EQUIVALENTE - EAS

Es la velocidad a nivel del mar que produce la misma presión dinámica incompresible que la velocidad verdadera (TAS) en la altitud en la que la aeronave está volando. Básicamente, es la CAS corregida por error de compresibilidad del aire.

$$EAS = \text{Presión Dinámica}$$

$$\text{Presión Dinámica} = \frac{1}{2} d \times v^2$$

$d$  = densidad del aire

$v$  = velocidad





## VERDADERA – TAS

Es la velocidad de la aeronave respecto a una masa de aire. Es la velocidad calibrada corregida por variaciones de temperatura y presión.

A nivel del mar en la Atmósfera Estándar Internacional (ISA) y a bajas velocidades, la IAS corresponde a la TAS. Cuando la densidad del aire o la temperatura difiere de las condiciones estándar del nivel del mar, el IAS ya no corresponderá a la TAS, por lo que ya no reflejará la performance real del avión.

Expresada como “KTAS” cuando hace referencia a nudos (Knots - millas náuticas por hora).

Mientras mayor altitud, el aire será menos denso, es decir, habrá menos partículas de aire en el ambiente, por lo que se entiende que hay menos aire chocando con el borde de ataque y a su vez con el tubo pitot, se generará menor sustentación y el velocímetro indicará menor velocidad. Pero, en este caso, la TAS aumentará, ya que se produce menor resistencia al avión y es una de las razones por la que se suele volar lo más alto posible.

A mayor temperatura, la velocidad verdadera aumentará, ya que el aire es menos denso y, a menor temperatura, será a la inversa, la TAS disminuirá.

### Cálculo

- Si la temperatura es un factor poco influyente, la TAS puede ser calculada en un aumento del 2% de la IAS cada 1000 pies sobre el nivel del mar. Esta es una aproximación para altitudes menores a 12000 pies.

$$TAS = IAS \times \left( \frac{2}{100} \times \frac{Altitud}{1000} \right)$$

Ejemplo: Una aeronave volando a 10,000 pies con una IAS de 150 nudos:

$$TAS = IAS \times \left( \frac{2}{100} \times \frac{10000}{1000} \right) = 150 + (150 \times 0.02 \times 10) = 180 \text{ KT}$$

- A altas velocidades (240KT<IAS<400KT), otra aproximación puede ser:

$$TAS = IAS + \frac{FL}{2} = IAS + \frac{Altitud}{200}$$

Ejemplo: Aeronave volando a 8,000 pies con una IAS de 240 nudos:

$$TAS = 240 + \frac{80}{2} = 240 + \frac{8000}{200} = 280 \text{ KT}$$





- Usando número Mach:

$$TAS = a0 \times M \sqrt{\frac{T}{T0}}$$

$a0$  = Velocidad del sonido estándar a nivel del mar (661.47 nudos)

$M$  = Número Mach

$T$  = Temperatura en Kelvin

$T0$  = Temperatura estándar a nivel del mar (288.15 K)

## CON RESPECTO AL SUELO - GS

Es la velocidad de la aeronave con respecto al suelo. Es calculada por la suma de la TAS y el vector de viento.

$$GS = TAS - V_W$$

GS = velocidad respecto al suelo

TAS = velocidad verdadera

$V_W$  = vector de viento

El vector de viento es determinado por el coseno del ángulo del viento con respecto al curso o track del avión, multiplicado con la intensidad.

$$V_W = \cos(W_\alpha) \times W_I$$

$V_W$  = vector de viento

$W_\alpha$  = ángulo del viento con respecto al curso de la aeronave

$W_I$  = intensidad del viento

Ejemplo: Aeronave con curso 050°, viento de los 010° a 20 KT a una velocidad de 250 KTAS (cuando la denominación TAS tiene la letra K delante, es porque está expresada en nudos (knots)).

$$W_\alpha = 050^\circ - 010^\circ = 40^\circ$$

$$V_W = \cos(40^\circ) \times 20 = 15 \text{ KT}$$

$$GS = 250 - 15 = 235 \text{ KT}$$



La siguiente tabla, mostrará los resultados de ángulos según el seno y coseno:

$\alpha$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
sin $\alpha$	0	0.17	0.34	0.5	0.64	0.77	0.86	0.94	0.98	1
cos $\alpha$	1	0.98	0.94	0.86	0.77	0.64	0.5	0.34	0.17	0

Nota: El seno es usada de la misma forma para determinar el viento cruzado.

## 2. VELOCIDADES CARACTERÍSTICAS (V-Speeds)

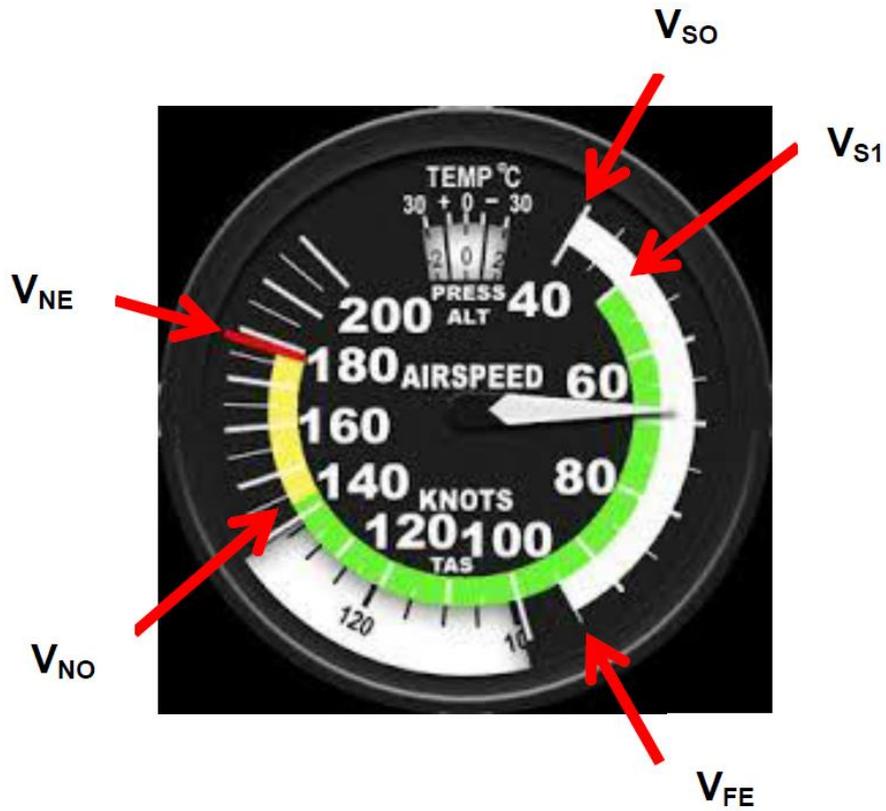
Son términos estándar usados para definir velocidades operacionales de toda aeronave. Se utilizan para maximizar la seguridad de la aviación y el rendimiento de la aeronave.

- V1: Velocidad de decisión. Es la velocidad máxima a la cual el piloto todavía puede detener la aeronave y abortar el despegue sin dejar la pista. Es también la velocidad mínima que permite al piloto continuar de manera segura hacia V2, aunque ocurriera un fallo crítico de motor (entre V1 y V2).
- V2: Velocidad segura de despegue; es un 20 % mayor que V1. Para una velocidad V1 de 84 nudos, la V2 sería de 100, nudos. Es la velocidad que debe alcanzarse, con un motor inoperativo, para poder iniciar el ascenso inicial con seguridad incluso con un motor inoperativo y con margen suficiente para franquear los posibles obstáculos que hubiera. Debe alcanzarse cuando la aeronave está al menos a 35 pies por encima de la pista (este parámetro es típico, pero varía según la categoría del avión), y al menos 15 pies en pista mojada.  
No es una velocidad óptima. En caso de falla del motor a una velocidad entre V2 y V3, se debe mantener la velocidad que se haya alcanzado.
- V3: Velocidad de retracción de flaps.
- VA: Velocidad de maniobra (velocidad de entrada en pérdida a la fuerza G máxima legal, y por lo tanto a la velocidad máxima a la que cambios abruptos de la actitud de la aeronave por el piloto no causarán que esta exceda sus límites de soporte de fuerzas G). La velocidad de maniobra está limitada por las características estructurales de la aeronave. También se refiere a la máxima velocidad para la aplicación total del timón y los alerones.
- Vapp: Velocidad de aproximación final (VRef + 5 kt o si la ráfaga es mayor a 10 kt, se divide en dos (2) y se le suma a la VRef).
- VD: Velocidad de diseño en turbulencias
- VF: Velocidad con flaps. Velocidad máxima a la que puede operar la aeronave con los flaps extendidos en una posición prescrita.
- VFC: Velocidad para características de estabilidad.
- VFE: Velocidad máxima con flaps totalmente extendidos.



- VLE: Velocidad máxima con el tren de aterrizaje extendido o abajo. La VLE generalmente es más alta que la VLO, depende de los mecanismos de retracción y extensión del tren de aterrizaje.
- VLO: Velocidad máxima con el tren de aterrizaje en operación, es decir, mientras se sube o baja el tren de aterrizaje.
- VMC: Velocidad mínima de control con el motor crítico inoperativo.
- VMCA: Velocidad de mínimo control en el aire. La mínima velocidad a la que la dirección del avión es controlable.
- VMCG: Velocidad mínima de control en el suelo. Es la velocidad más baja a la que el despegue puede continuarse con seguridad, después de una falla del motor durante la carrera de despegue. Por debajo de VMCG y con falla de un motor, se debe disminuir la potencia al mínimo para no salirse de la pista.
- VMCL: Velocidad mínima de control en configuración de aterrizaje con un motor inoperativo.
- VNE: Velocidad de nunca exceder. Es la velocidad máxima que soporta la aeronave antes de incurrir en la posibilidad de daños estructurales, comúnmente por la deformación o falla total de las alas o la cola. La VNE está indicada con color rojo en la mayoría de velocímetros. Esta velocidad es específica para cada aeronave y representa un punto crítico en su desempeño.
- VNO: Velocidad de operación normal. Es la velocidad de crucero estructural máxima (la velocidad máxima que se utilizará en condiciones turbulentas). VNO se especifica como el límite superior del arco verde en muchos velocímetros. Esta velocidad es específica al modelo de la aeronave. El rango después de la VNO está marcado en el velocímetro como un arco amarillo desde la VNO a la VNE.
- VR: Velocidad de Rotación. Es la velocidad tras la cual se comienza a levantar la nariz y así aumentar el ángulo de ataque.
- VRef: Velocidad con la cual hay que sobrevolar la cabecera en el aterrizaje.
- VS: Velocidad de pérdida (stall) o velocidad mínima de vuelo estable para la cual la aeronave es aún controlable en configuración limpia.
- VS0: Velocidad de pérdida o velocidad mínima de vuelo en configuración de aterrizaje.
- VS1: Velocidad de pérdida o velocidad mínima de vuelo estable para la cual la aeronave es aún controlable en una configuración específica.
- VX: Velocidad de mejor ángulo de ascenso (velocidad que permite alcanzar la mayor altitud en una distancia determinada).
- VY: Velocidad de mejor régimen de ascenso (velocidad que permite alcanzar la mayor altitud en un período determinado de tiempo).
- VYse: Velocidad de mejor régimen de ascenso con un motor fuera.





*Velocidades representadas en el velocímetro por colores.*

*Espacio dejado intencionalmente en blanco*



**Gaspar Gasparoni**  
**Training Assistant Coordinator – Argentina**  
International Virtual Aviation Organization

*Espacio dejado intencionalmente en blanco.*

